

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2012-2013

**DE MORFOLOGIE VAN DE PLATVIS MET DE TONG (*SOLEA SOLEA* L.)
EN DE SCHOL (*PLEURONECTES PLATESSA* L.) ALS TYPEVOORBEELDEN**

door

Laure DE PLECKER

Promotoren: Prof. dr. Annemie Decostere
MSc. Marieke Desender

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

© 2013 Laure De Plecker

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten bieden geen enkele garantie met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de gegevens vervat in deze masterproef, noch dat de inhoud van deze masterproef geen inbreuk uitmaakt op of aanleiding kan geven tot inbreuken op de rechten van derden.

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten aanvaarden geen aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid voor enig gebruik dat door iemand anders wordt gemaakt van de inhoud van de masterproef, noch voor enig vertrouwen dat wordt gesteld in een advies of informatie vervat in de masterproef.

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2012-2013

**DE MORFOLOGIE VAN DE PLATVIS MET DE TONG (*SOLEA SOLEA* L.)
EN DE SCHOL (*PLEURONECTES PLATESSA* L.) ALS TYPEVOORBEELDEN**

door

Laure DE PLECKER

Promotoren: Prof. dr. Annemie Decostere
MSc. Marieke Desender

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

© 2013 Laure De Plecker

VOORWOORD

Bij deze wil ik mijn dank betuigen aan iedereen die me bijgestaan heeft bij het schrijven van deze literatuurstudie. In de eerste plaats wil ik de Universiteit Gent en in het bijzonder de Faculteit Diergeneeskunde bedanken om het mogelijk te maken deze literatuurstudie te verwezenlijken. Daarnaast wil ik het Departement Visserij - Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek (ILVO) te Oostende en de Vakgroep Medische beeldvorming van de Faculteit Diergeneeskunde bedanken voor de verstrekte foto's. Ook dank aan de mensen van de Zeebibliotheek van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) te Oostende voor het doorspelen van artikels. Tenslotte een bijzonder dankwoord gericht aan mijn beide promotoren Prof. dr. Annemie Decostere en MSc. Marieke Desender om mij bij te staan in raad en daad.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
INLEIDING	2
LITERATUURSTUDIE.....	3
1. Algemene informatie over de orde van de platvissen (<i>Pleuronectiformes</i>).....	3
2. Bespreking van 2 commercieel belangrijke vissoorten: de schol (<i>Pleuronectes platessa</i> L.) en de tong (<i>Solea solea</i> L.)	6
2.1. Geografische locatie	6
2.2. Morfologie.....	7
2.2.1. Uitwendige morfologie.....	7
2.2.2. Inwendige morfologie	12
2.1.2.1. Osteologie	12
2.1.2.2. Myologie	15
2.1.2.3. Spijsverteringsstelsel	16
2.1.2.4. Ademhalingsstelsel	21
2.1.2.5. Urinairstelsel	21
2.1.2.6. Vrouwelijk geslachtsstelsel	22
2.1.2.7. Mannelijk geslachtsstelsel	23
BESPREKING	24
REFERENTIELIJST	25

SAMENVATTING

De orde van de platvissen of de *Pleuronectiformes* bestaat uit ongeveer 570 soorten. Zij worden allen gekenmerkt door een bijzondere asymmetrische morfologie. Immers, deze vissen ondergaan als larve een unieke metamorfose waardoor ze als (jong)volwassen platvis een totaal andere anatomie verkrijgen. Deze metamorfose heeft niet enkel gevolgen voor de anatomie van de vis, maar ook voor de levenswijze. Dit laatste zal niet in detail in deze literatuurstudie besproken worden. De nadruk wordt immers gelegd op enerzijds de uitwendige morfologie en anderzijds de inwendige anatomie en topografie van het skelet, de spieren, het ademhalingsstelsel en de verschillende organen die in de buikholte gesitueerd zijn. Hierbij worden de schol (*Pleuronectes platessa* L.) en de tong (*Solea solea* L.) als typevoorbeelden voor alle platvissen besproken. Deze vissoorten hebben namelijk een groot commercieel belang. Daarnaast wordt ook de geografische locatie van beide species vermeld als achtergrondinformatie.

Sleutelwoorden: **Distributie - Morfologie - Platvis - Schol - Tong - Topografie**

INLEIDING

Eén van de aquatische onderzoeksdoelstellingen van de Vakgroep Morfologie aan de Faculteit Diergeneeskunde betreft het nagaan of de elektrische pulsvisserij een ecologisch verantwoord alternatief biedt voor de traditionele bodemsleepnetvisserij. Daartoe wordt een representatieve selectie van mariene organismen waaronder de platvissen (*Pleuronectiformes*) onderworpen aan een reeks elektrische pulsvelden, waarbij de effecten op de gezondheid en welzijn van deze dieren worden nagegaan. Als criteria ter evaluatie van de effecten worden ondermeer lichamelijke letsels onderzocht, waardoor de kennis van de normale lichaamsbouw en van de orgaan- en weefselstructuur van deze dieren cruciaal is. Dit was de rationale voor het tot stand komen van deze literatuurstudie waarin dieper zal worden ingegaan op de in- en uitwendige morfologie van de platvis. Hierbij worden de schol (*Pleuronectes platessa* L.) en de tong (*Solea solea* L.) als typevoorbeelden besproken omwille van de grote economische waarde van beide vissoorten. Ze zijn namelijk zeer gegeerd omwille van hun smakelijk en licht verteerbaar vlees. Volgens recente cijfers van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) te Oostende kocht 7,7 procent van de Belgische gezinnen in 2010 schol en 8,8 procent tong. Over de andere platvissoorten zijn er op de website van het VLIZ geen cijfers gepubliceerd. Voor zover wij hebben teruggevonden in de literatuur is er in het algemeen al veel geweten over de uitwendige morfologie van de platvis in tegenstelling tot de inwendige morfologie waarover merkelijk minder gegevens beschikbaar zijn. Wij hebben meer gedetailleerde literatuur en figuren teruggevonden over de anatomie van de schol dan van de tong waardoor de eerstgenoemde vissoort uitgebreider besproken zal worden in deze literatuurstudie.

1. Algemene informatie over de orde van de platvissen (*Pleuronectiformes*)

Taxonomisch behoort elke platvis tot de orde van de platvissen (*Pleuronectiformes*). Deze orde omvat ongeveer 570 soorten en wordt taxonomisch achtereenvolgens ingedeeld in subordes, families, subfamilies en tenslotte in genera en species. Daarnaast wordt elke platvis aangeduid met een Nederlandse en een Latijnse (wetenschappelijke) naam (Anonymous, xxxx; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Muus et al., 1999; Gibson, 2005; Anonymous, 2009; Bailly, 2013a, 2013b).

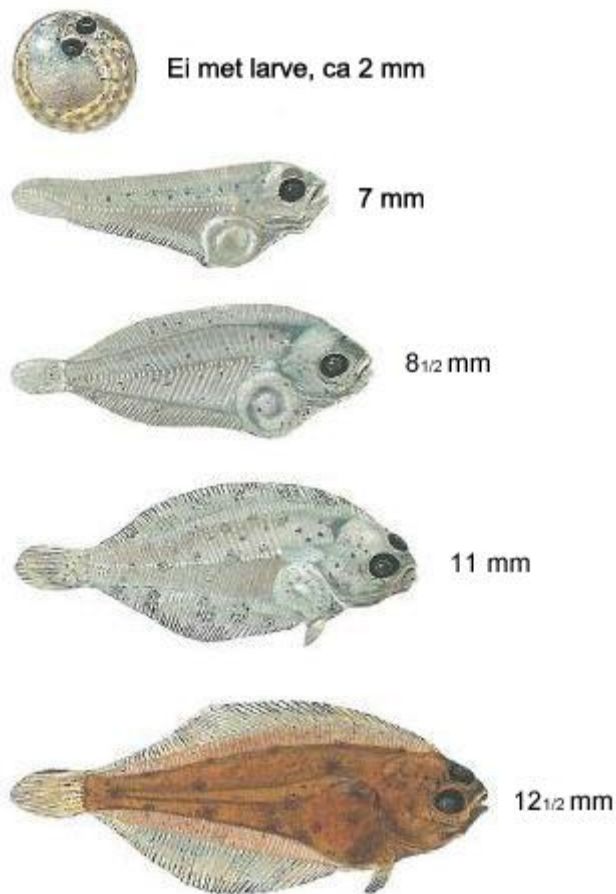
Kenmerkend voor de (jong)volwassen platvis is de bijzondere asymmetrische **morfologie**. Deze typische morfologie is echter nog niet waar te nemen bij de larven (figuur 1 en 2). De larven zijn immers symmetrisch van opbouw en zwemmen, net zoals andere fusiforme vissen, in een 'normale' positie in het water, waarmee bedoeld wordt dat de buikzijde naar ventraal en de rugzijde naar dorsaal zijn georiënteerd. Pas in de loop van hun ontwikkeling zullen de larven een metamorfose ondergaan (figuur 3) (Marshall, 1964; Burgess en Axelrod, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nelson, 1976; Whitehead, 1976; Brewster, 1987; Chambers en Leggett, 1992; Stoskopf, 1993; Gibson, 1997; Amara et al., 1999; Christensen en Korsgaard, 1999; Muus et al., 1999; Schreiber, 2001; Gibson, 2005; Saele et al., 2006; Schreiber, 2006; Geffen et al., 2007; Friedman, 2008; Anonymous, 2009). De totale lengte van de larven op het moment dat de metamorfose aanvangt, verschilt van species tot species en varieert volgens Chambers en Leggett (1992) van 4 tot 120 millimeter. Op een leeftijd van 1 tot 2 maand ondergaan deze larven een laterale afplatting waarbij tegelijkertijd één oog verschuift over de kop van de linker- (rechter-) naar de rechter- (linker)zijde (Lythgoe en Lythgoe, 1976; Brewster, 1987; Chambers en Leggett, 1992; Lauwers, 1992; Amara et al., 1999; Geffen et al., 2007). Of de migratie gebeurt van de linker- naar de rechterzijde dan wel omgekeerd is afhankelijk van de familie waartoe de platvis behoort (Marshall, 1964; Brewster, 1987; Muus et al., 1999; Chanet et al., 2005).



Figuur 1: Dorsaal aanzicht op de symmetrische morfologie van een tonglarve voor de metamorfose (bar= 2 millimeter) (uit Vakgroep Morfologie van de Faculteit Diergeneeskunde, eigen fotomateriaal, 2013)



Figuur 2: Rechter zijaanzicht op de symmetrische morfologie van een tonglarve net voor de metamorfose (uit Vakgroep Morfologie van de Faculteit Diergeneeskunde, eigen fotomateriaal, 2013)



***Figuur 3:** Overzicht van de metamorfose van de platvis (uit Muus et al., 1999)*

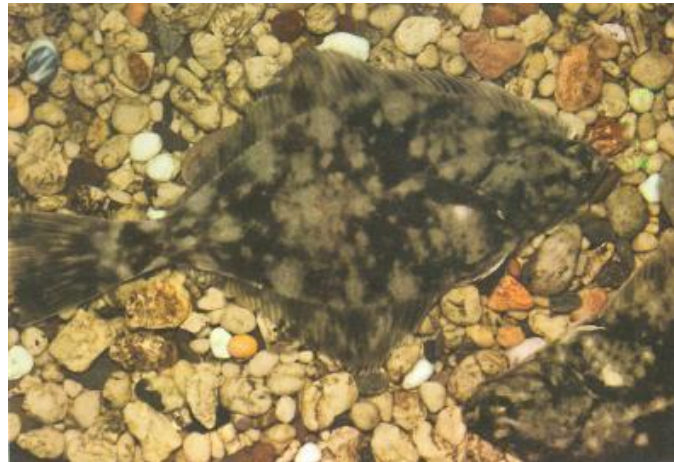
Deze migratie heeft als gevolg dat beide ogen gepositioneerd zijn op één zijde van de vis (figuur 3 en 4) (Marshall, 1964; Burgess en Axelrod, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nelson, 1976; Whitehead, 1976; Brewster, 1987; Chambers en Leggett, 1992; Chanet et al., 2005; Schreiber, 2006; Geffen et al., 2007; Friedman, 2008; Anonymous, 2009). Daarnaast vindt er enerzijds een opbouw van nieuwe weefsels plaats en anderzijds is er een verdere ontwikkeling van reeds aangelegde weefsels en organen. Tevens zal het skelet een calcificatie ondergaan (Christensen en Korsgaard, 1999; Falk-Petersen, 2005). De jonge platvissen gaan vervolgens op één zijde zwemmen: dit is de linkerzijde als het linker oog naar de rechterzijde is gemigreerd en omgekeerd. Vanaf dan gaan ze een leven op de bodem leiden (Anonymous, xxxx; Marshall, 1964; Burgess en Axelrod, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nelson, 1976; Whitehead, 1976; Brewster, 1987; Chambers en Leggett, 1992; Muus et al., 1999; Geffen et al., 2007).

Deze metamorfose heeft ook een gevolg voor de **pigmentatie** van de vis. Als larve zijn beide zijden gepigmenteerd (figuur 1 en 2). Deze pigmentatie gaat echter verloren op de blinde zijde na de metamorfose. Deze laatste is de zijde van de vis waar geen ogen op gepositioneerd zijn en die rust op de bodem (Anonymous, xxxx; Nelson, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Godin, 1997; Anonymous, 2009; Burton, 2010). Illustraties hiervan worden verder in deze literatuurstudie weergegeven. Tevens zijn platvissen in staat om zich te camoufleren (figuur 5) (Burgess en Axelrod, 1974; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Whitehead, 1976; Lauwers, 1992; Godin, 1997; Christensen en Korsgaard, 1999; Muus et al., 1999; Burton, 2010). Ze doen dit door het patroon van de ondergrond aan te nemen. Afhankelijk van de bodem waarop ze liggen - zand, grind, kiezelstenen of rots - zal de platvis dezelfde kleur van deze bodem aannemen. Hierdoor worden ze 'onzichtbaar' en kunnen ze zich beschermen tegen aanvallen van predatoren (Lythgoe en Lythgoe, 1976; Whitehead, 1976; Lauwers, 1992; Christensen en Korsgaard, 1999; Muus et al., 1999; Burton, 2010).

Daarnaast is de lange rug- en anaalvin met uitsluitend zachte vinstralen ook typerend voor de platvis (Marshall, 1964; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1987; Gibson, 2005).



Figuur 4: Morfologie van een tong tijdens de metamorfose (bar= 2 millimeter) (uit Vakgroep Morfologie van de Faculteit Diergeneeskunde, eigen fotomateriaal, 2013)



Figuur 5: Twee (1 centraal op de figuur en 1 rechts onderaan) gecamoufleerde platvissen (*Platichthys flesus* L.) die zich bevinden op kiezelsteentjes (uit Whitehead, 1976)

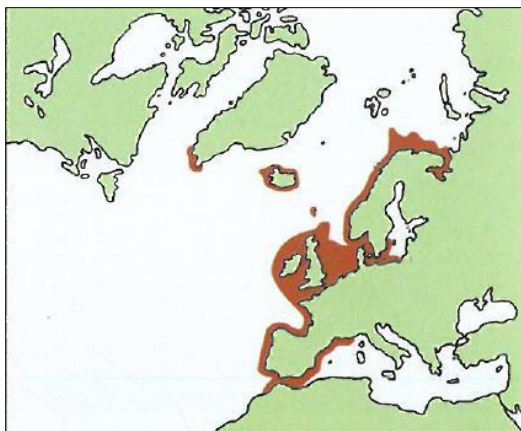
Naast deze unieke metamorfose is de **inwendige morfologie** ook bijzonder bij deze dieren. In tegenstelling tot andere vissoorten neemt de buikholte niet het grootste deel van het lichaam van de vis in beslag. Immers, de inwendige organen zijn sterk craniaal gepositioneerd en liggen in een kleine buikholte (Bayliss, 1935; Knorr, 1975; Stoskopf, 1993; Falk-Petersen, 2005; Decostere, 2012). In het vervolg van deze literatuurstudie worden hiervan bijkomende illustraties weergegeven. Ten slotte is op te merken dat er bij de larven, in tegenstelling tot bij de volwassen platvis, een zwemblaas aanwezig is. Zij kennen immers nog geen leven op de bodem en de aanwezigheid van een zwemblaas is bijgevolg noodzakelijk (Anonymous, xxxx; Nelson, 1976; Boulhic en Gabaudan, 1991; Stoskopf, 1993; Christensen en Korsgaard, 1999; Muus et al., 1999).

2. Bespreking van 2 commercieel belangrijke vissoorten: de schol (*Pleuronectes platessa* L.) en de tong (*Solea solea* L.)

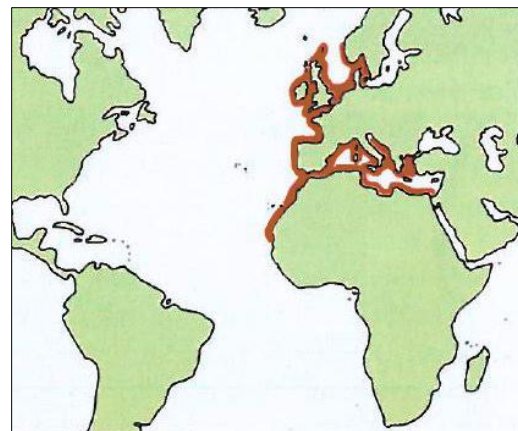
2.1. Geografische locatie

De **schol** wordt in het Nederlands ook pladijs genoemd. De Latijnse naam is *Pleuronectes platessa* (Linnaeus, 1758) waarbij het eerste deel van de naam (*Pleuronectes*) betrekking heeft op het genus; het tweede deel (*platessa*) op het species. Tevens wordt de naam van de auteur die deze soort voor het eerst beschreven heeft (Linnaeus) en het jaar van publicatie (1758) gegeven. De schol behoort tot de familie van de Pleuronectidae. Typisch voor deze familie is dat de ogen aan de rechterkant zitten, waarbij de vissen op hun linkerzijde liggen. 'Verkeerde' exemplaren komen evenwel ook voor binnen deze familie, waarbij de ogen op de linkerkant gepositioneerd zijn en de dieren op hun rechterzijde liggen (Wheeler, 1969; Burgess en Axelrod, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Lauwers, 1992; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001). Op figuur 6 is de verspreiding van de schol weergegeven in het rood. Hij komt voor in de Noordoost- Atlantische Oceaan waarbij de vis in het zuiden niet verder dan Gibraltar voorkomt. Noordwaarts loopt het leefgebied voorbij de Noordkaap tot in de Barentssee en naar IJsland. Daarnaast vindt men hem ook terug in de Oostzee en de Noordzee. Vooral in de Noordzee wordt veel op schol gevestigd vermits deze vissoort zeer gegeerd is als consumptievis (Anonymous, xxxx; Wheeler, 1969; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nelson, 1976; De Veen, 1978; Nijssen en De Groot, 1980; Lauwers, 1992; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009).

De wetenschappelijke naam van de **tong** is *Solea solea* (Linnaeus, 1758). Net zoals hierboven bij de schol beschreven, slaat het eerste deel van de naam (*Solea*) op het genus en het tweede deel (*solea*) op het species. Ook hier is Linnaeus de naam van de auteur die de tong voor het eerst beschreven heeft en is 1758 het jaar van publicatie. De tong behoort tot de familie van de Soleidae. Kenmerkend voor deze laatste is de aanwezigheid van talrijke tastdraadjes rond de neusopeningen en kaken op de linkerzijde (figuur 13 en 14). Daarnaast zijn de ogen, net zoals bij de schol, gelegen op de rechterzijde van de vis (Anonymous, xxxx; Wheeler, 1969; Burgess en Axelrod, 1974; Nijssen en De Groot, 1980; Lauwers, 1992; Muus et al., 1999; Timmerman, 2003). Op figuur 7 is het leefgebied van de tong in het rood aangeduid. Hij komt voor in het Oostelijk deel van de Atlantische Oceaan, maar naar het Noorden toe gaat hij niet verder dan Schotland. Daarnaast vindt men hem ook terug in het zuidelijk deel van Noordzee, het westelijk deel van de Oostzee en in de Middellandse Zee (Anonymous, xxxx; Wheeler, 1969; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Ben-Tuvia, 1990; Lauwers, 1992; Nijssen, 2001; Timmerman, 2003).



Figuur 6: Distributie van de schol (uit Muus et al., 1999)

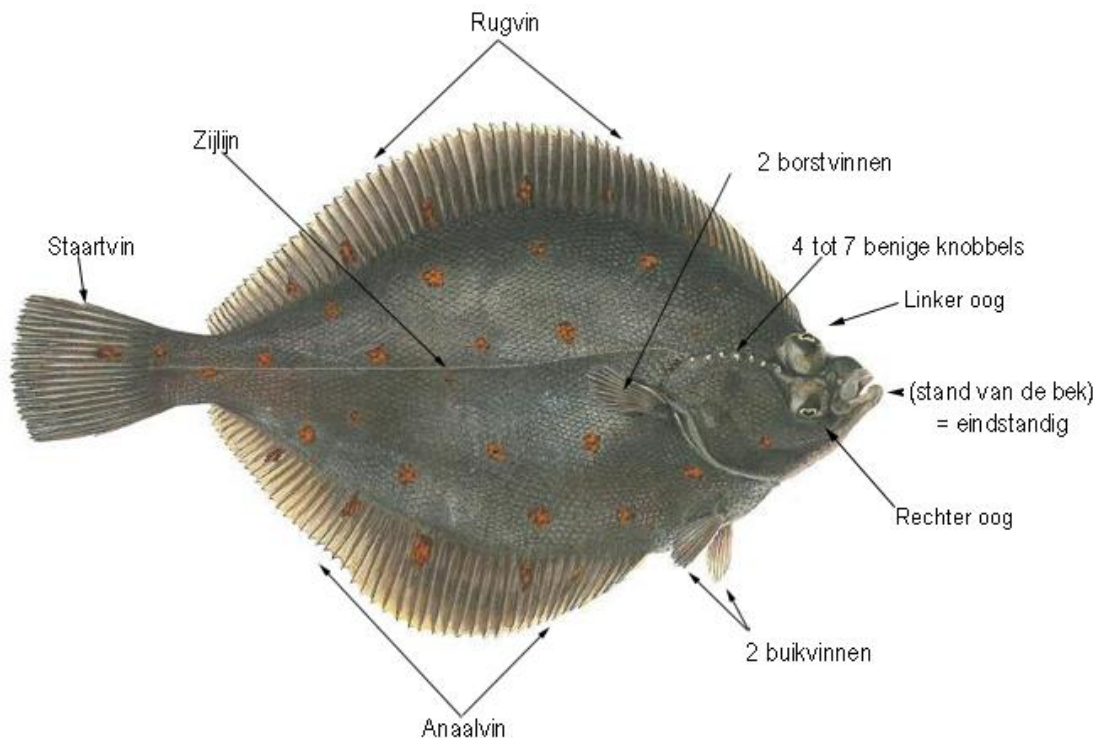


Figuur 7: Distributie van de tong (uit Muus et al., 1999)

2.2. Morfologie

2.2.1. Uitwendige morfologie

De schol



Figuur 8: De uitwendige anatomie van de volwassen schol (naar Muus et al., 1999)

De **lichaamsvorm** van de volwassen schol is ovaal: de breedte, exclusief de vinnen, bedraagt ongeveer de helft van de lichaamslengte. Daarnaast is de vis lateraal afgeplat en asymmetrisch. Dit is in tegenstelling tot de fusiforme vissen waaronder de regenboogforel, karper, kabeljauw en de platvislarven, die symmetrisch zijn opgebouwd (Burgess en Axelrod, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Lauwers, 1992; Stoskopf, 1993; Muus et al., 1999; Schreiber, 2006; Geffen et al., 2007; Decostere, 2012).

De **totale lengte** van de volwassen vis varieert tussen de 27 en 90 centimeter (Anonymous, xxxx; Wheeler, 1969; Bagenal, 1973; Nijssen en De Groot, 1980; Nijssen en De Groot, 1987; Rappé en Eneman, 1988; Nijssen, 2001; Timmerman, 2003).

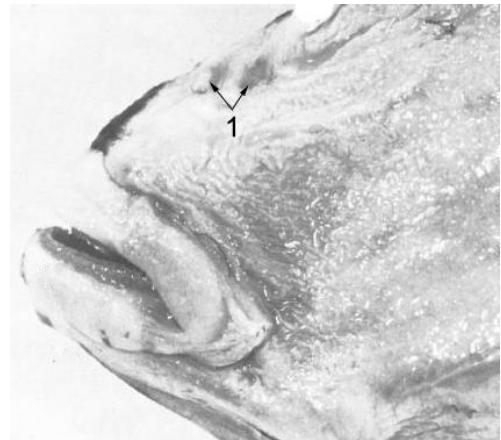
De lengte van de **kop** bedraagt $\frac{1}{4}$ van de lichaamslengte en er staat een rij van 4 tot 7 benige knobbels op (figuur 8). Deze knobbels, kenmerkend voor de schol, staan tussen de bovenkant van de kieuwopening en de ogen (Wheeler, 1969; Nijssen en De Groot, 1980; Rappé en Eneman, 1988; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009). De **bek** is klein en eindstandig. De bovenkaak eindigt voor of onder de voorrand van het oog; de onderkaak reikt net niet tot het rechter oog. Daarnaast valt op dat de onderkaak voor de bovenkaak uitsteekt (figuur 8) (Wheeler, 1969; Nijssen en De Groot, 1980; Nijssen en De Groot, 1987; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001; Anonymous, 2009).

De **ogen** liggen op de rechterzijde van het lichaam. Deze zijde wordt dan ook aangeduid als de 'oogzijde'. De linkerzijde, die op de bodem rust, bevat geen ogen en wordt daarom de 'blinde zijde' genoemd (Knorr, 1975; Rappé en Eneman, 1988; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009). In het vervolg van deze literatuurstudie zal bijgevolg systematisch deze terminologie worden aangewend. Merk op dat de rugvin begint boven het linker oog (figuur 9) (Anonymous, xxxx; Lythgoe en Lythgoe, 1976).

De schol heeft 2 **neusgaten** met elk 2 neusopeningen. Het eerste neusgat is gepositioneerd op de oogzijde en is gelegen ter hoogte van de kop tussen de 2 ogen (figuur 9). Het andere neusgat bevindt zich eveneens ter hoogte van de kop, maar op de blinde zijde, en is in tegenstelling tot het eerste neusgat gemigreerd naar de top van de kop (figuur 10, nr. 1). Deze migratie is 'onvolledig' in vergelijking met de migratie van de 2 ogen. Daar waar de beide ogen zich bevinden op de oogzijde, vindt men maar 1 neusgat terug op deze laatste. Dit toont nogmaals de complexiteit aan van de morfologie van de platvis. Daarnaast weet men dat de neusopeningen van beide zijden met elkaar in verbinding staan via een grote, onpare, zakvormige ruimte (De Groot, 1971; Knorr, 1975; Webb, 1993).



***Figuur 9:** De kop van een schol. De ogen zitten beide aan één kant van het lichaam. De rugvin begint ter hoogte van het linker oog. Tevens is de topografie van het neusgat met zijn 2 neusopeningen (pijl) aangeduid (naar Anonymous, xxxx)*



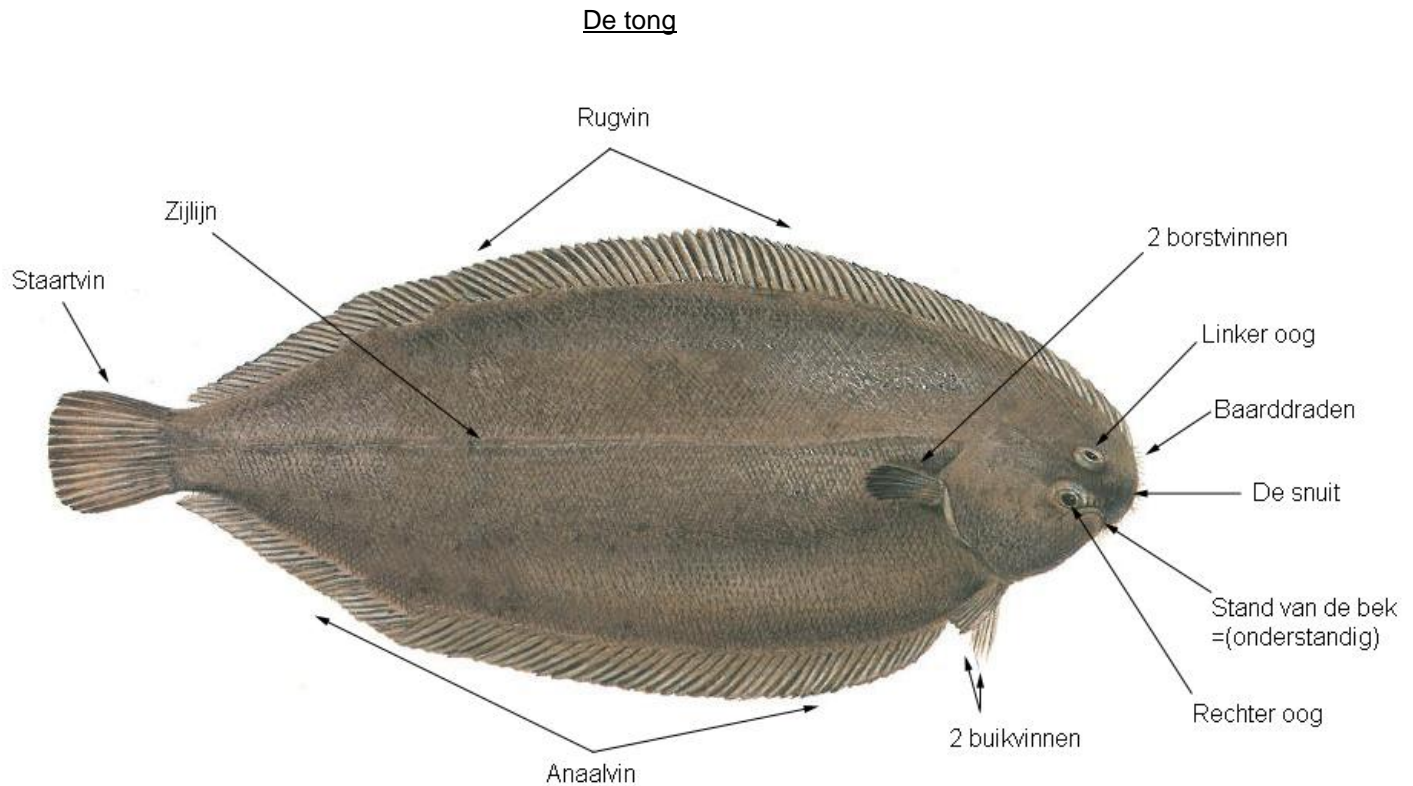
***Figuur 10:** Topografie van het neusgat met zijn 2 neusopeningen (nr. 1) op de blinde zijde van de schol (naar Knorr, 1975)*

Deze platvis heeft 1 lange **rugvin** die de volledige lengte van de rug bedekt, 1 staartvin, 2 borstvinnen, 2 buikvinnen en tenslotte 1 anaalvin die op dezelfde hoogte eindigt als de rugvin (Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Anonymous, 2009; Decostere, 2012).

De **huid** voelt glad aan door het feit dat de schubben cycloïd zijn. Dit houdt in dat ze gladde schubranden hebben (Wheeler, 1969; Bagenal, 1973; Nijssen en De Groot, 1980; Rappé en Eneman, 1988; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009; Decostere, 2012). Daarnaast is de oogzijde gepigmenteerd. Deze pigmentatie wordt bepaald door verschillende chromatofore cellen waaronder melanoforen (zwart-bruin pigment), xantoforen (geel pigment), iridoforen (reflecteren licht en zorgen voor een zilverachtig glinsterend effect) en leufofen (wit pigment) (Burton, 2010; Decostere, 2012). De gepigmenteerde zijde is donkerbruin tot donkergroen met grote, heldere oranje-rode stippen, die verspreid zijn over het lichaam (figuur 8). De blinde zijde is niet gepigmenteerd, maar glanzend wit, waarbij de spierstructuur te zien is (Anonymous, xxxx; Wheeler, 1969; Bagenal, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980;

Nijssen en De Groot, 1987; Rappé en Eneman, 1988; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009; Burton, 2010).

De **zijlijn** (figuur 8) is zichtbaar als een enkelvoudige lijn op de gepigmenteerde zijde van de vis. Deze kent een recht verloop van kop tot staart. Boven de borstvinnen is de zijlijn evenwel licht gekromd (Bagenal, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009).



Figuur 11: De uitwendige anatomie van de volwassen tong (naar Muus et al., 1999)



De tong heeft, net zoals de schol, een ovale **lichaamsvorm**, maar verschilt toch enigszins doordat deze smaller is dan de schol. Deze vis is ook lateraal afgeplat en heeft een gepigmenteerde oogzijde (die de rechterzijde van de tong is) en een ongepigmenteerde blinde zijde (figuur 12) (Raveret-Wattel, 1909; Bagenal, 1973; Burgess en Axelrod, 1974; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Lauwers, 1992; Nijssen, 2001; Timmerman, 2003; Burton, 2010; Decostere, 2012).

Figuur 12: Bovenaan op de afbeelding= de ongepigmenteerde zijde van de tong; onderaan= de gepigmenteerde zijde (uit Decostere, 2012)

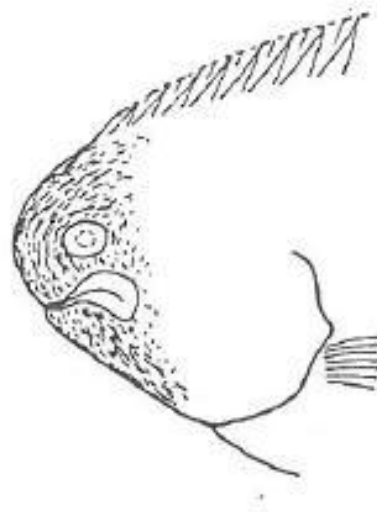
De **totale lengte** van de volwassen vis bedraagt minimaal 24 centimeter en maximaal ongeveer 60 centimeter (Wheeler, 1969; Bagenal, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Rappé en Eneman, 1988; Nijssen, 2001; Timmerman, 2003).

De **kop** is klein en de **ogen** zijn beide gelegen op de gepigmenteerde zijde. De snuit is rond en steekt voor de bek uit (figuur 11). De **bek** is klein, half cirkelvormig en onderstandig (figuur 11). Daarnaast steekt de bovenkaak voor de onderkaak uit. Dit laatste is in tegenstelling tot de schol (Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001; Anonymous, 2009). Typisch voor de tong zijn de korte tast- of baarddraadjes die gelegen zijn op de blinde zijde rond de neusopeningen en de bek (figuur 13 en 14). Zij hebben een belangrijke sensorische functie (smaak- en tastzin) (Rappé en Eneman, 1988; Muus et al., 1999; Timmerman, 2003; Geffen et al., 2007; Decostere, 2012).

De tong heeft 2 **neusgaten** met elk 2 neusopeningen. Beide neusgaten zijn gelegen ter hoogte van de kop, maar het ene neusgat bevindt zich op de oogzijde; het andere op de blinde zijde (figuur 15). Net zoals bij de schol beschreven is, staan de neusopeningen bij de tong met elkaar in verbinding via een zakvormige ruimte (De Groot, 1971; Webb, 1993). Volgens Rappé en Eneman (1988) is de rostrale neusopening gelegen op de blinde zijde iets groter dan de caudale neusopening gelegen op deze zijde. Andere onderzoekers hebben gevonden dat de neusopeningen op de blinde zijde (figuur 14, nr. 1 en 2), in tegenstelling tot deze op de oogzijde, klein zijn, geen franjekrans hebben en dat ze ver van elkaar gepositioneerd zijn (De Groot, 1971; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1987; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001; Anonymous, 2009).



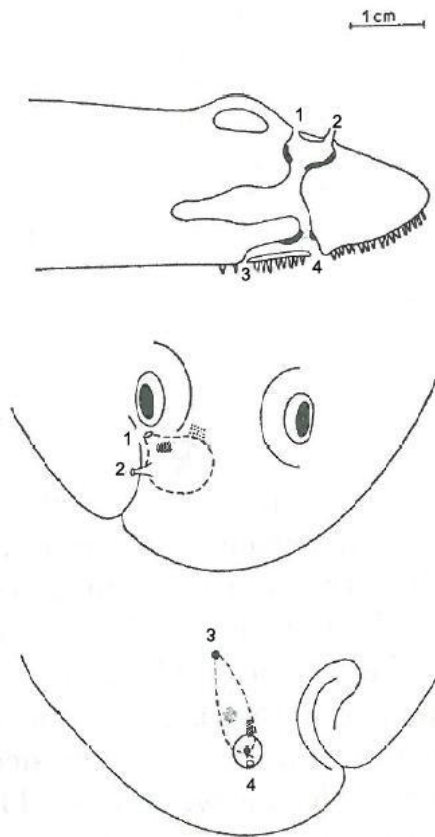
Figuur 13: Baarddraden gelegen op de blinde zijde van de tong (ventraal aanzicht) (uit Rappé en Eneman, 1988)



Figuur 14: Detail van de baarddraden van de tong (uit Decostere, 2012)

De tong heeft 1 lange **rugvin**, die iets craniaal van het linker oog en halverwege de snuit begint. Verder is er 1 **anaalvin**, die iets korter is dan de rugvin, 1 **staartvin** en tenslotte 2 kleine buik- en borstvinnen (figuur 11) (Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Anonymous, 2009; Decostere, 2012). De borstvin zou volgens Burgess en Axelrod (1973) en Lythgoe en Lythgoe (1976) aan de blinde zijde iets kleiner zijn dan de borstvin aan de oogzijde, maar niet elke onderzoeker is het hiermee eens. Volgens Muus et al. (1999) is de borstvin aan de oogzijde immers even lang als de borstvin op de blinde zijde en volgens Anonymous (2009) is de borstvin van de blinde zijde zelfs beter ontwikkeld dan de borstvin op de oogzijde. Uit een experiment van Ben-Tuvia (1990) blijkt dat de borstvin van de oogzijde en deze van de

blinde zijde 6,7 tot 7,7 procent respectievelijk 6,5 tot 7,2 procent van de totale lichaamslengte inneemt. Kenmerkend voor de tong is de zwarte, ovale vlek gelegen ter hoogte van het distale einde van de rechter borstvin (figuur 16) (Wheeler, 1969; Whitehead, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Rappé en Eneman, 1988; Ben-Tuvia, 1990; Lauwers, 1992; Muus et al., 1999; Nijssen, 2001; Anonymous, 2009; Decostere, 2012). Deze vlek heeft een beschermende functie. Als de tong wordt aangevallen, dan zet de vis de rechter borstvin rechtop, waardoor de zwarte vlek duidelijk zichtbaar is. Hierdoor lijken ze op de pieterman (= *Trachinus* (Linnaeus, 1758)), waardoor de aanvalleur wordt afgeschrikt en de tong de aanval overleeft. De eerste rugvin en het kieuwdeksel van de pieterman hebben namelijk een sterke gifstekel (Whitehead, 1976; Lauwers, 1992).



Figuur 15: Overzicht van de topografie van het neusgat gelegen op de oogzijde (nr. 1 en 2= de twee neusopeningen), respectievelijk op de blinde zijde (nr. 3 en 4) van de schol. Bovenaan= longitudinale doorsnede, midden= aanzicht op de oogzijde, onderaan= aanzicht op de blinde zijde (bar= 1 centimeter) (naar De Groot, 1971)

De gepigmenteerde zijde van het lichaam is bruin tot donkerbruin met onregelmatig verspreide en donkere vlekken. De ongepigmenteerde zijde van de vis is crèmewit (Anonymous, xxxx; Raveret-Wattel, 1909; Wheeler, 1969; Bagenal, 1973; Nijssen en De Groot, 1987; Ben-Tuvia, 1990; Burton, 2010).

De **huid** van de tong zou licht ruw aanvoelen (Timmerman, 2003).

De **zijlijn** is een rechte lijn over het ganse lichaam van de tong die ter hoogte van de kop een kromming maakt naar de rugvin toe (Burgess en Axelrod, 1974; Lythgoe en Lythgoe, 1976).



Figuur 16: Topografie van de zwarte vlek op de rechter borstvin van de tong (pijl) (naar Vakgroep Morfologie van de Faculteit Diergeneeskunde, eigen fotomateriaal, 2013)

2.2.2. Inwendige morfologie

Vervolgens wordt de inwendige morfologie besproken. Hierbij wordt vooral de nadruk gelegd op de schol, omdat over deze vissoort de meeste informatie teruggevonden werd.

2.1.2.1. OSTEOLOGIE

A. Schedel

De asymmetrie van de platvis weerspiegelt zich niet alleen in de uitwendige morfologie, maar ook in de schedel (figuur 17 en 18) (Knorr, 1975; Brewster, 1987; Saele et al., 2006; Schreiber, 2006; Friedman, 2008).

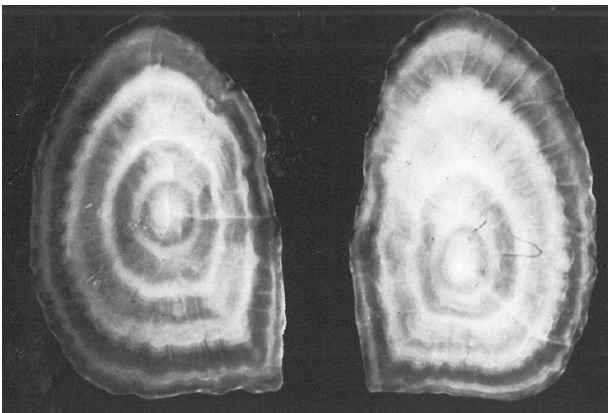


Figuur 17: Lateraal aanzicht van het neurocranium van de schol (oogzijde) (uit Knorr, 1975)



Figuur 18: Ventraal aanzicht van het neurocranium van de schol (uit Knorr, 1975)

Op figuur 17 is met een stippellijn de positie van de sagittae weergegeven. Deze laatste zijn de grootste **otolieten** van het inwendige oor. Ze kunnen ondermeer gebruikt worden voor de leeftijdsbepaling van de platvis aangezien deze toenemen in grootte waarbij duidelijke lagen worden afgezet die karakteristieke ringen vormen (figuur 19) (Knorr, 1975; Muus et al., 1999; Decostere, 2012). Op basis van de vorm kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen de linker- en de rechter sagitta. De topografie van de kern verschilt wel. De kern van de sagitta van de blinde zijde ligt centraal; deze van de oogzijde ligt meer distaal (figuur 19) (Knorr, 1975). Daarnaast bevinden ook de kleinere otolieten, met name de lapillus en asteriscus, zich in het inwendige oor (figuur 20) (Knorr, 1975; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Muus et al., 1999; Decostere, 2012).



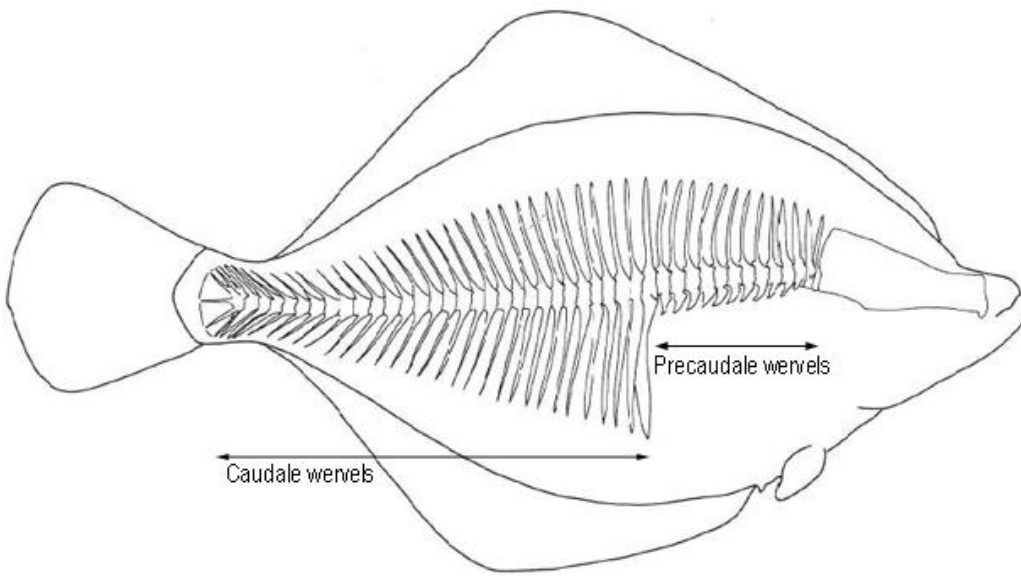
Figuur 19: Sagitta van de blinde zijde (links) en de oogzijde (rechts) van de schol (uit Knorr, 1975)



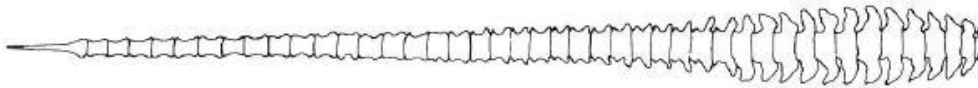
Figuur 20: Lapillus (links) en asteriscus (rechts) van de schol (uit Knorr, 1975)

B. Wervelkolom

De **wervelkolom** van de schol bestaat uit 42 tot 44 wervels; bij de tong telt deze er 49 tot 52 (Wheeler, 1969; Forest, 1975; Ben-Tuvia, 1990; Decostere, 2012). Er worden twee grote groepen van wervels onderscheiden: de precaudale wervels (figuur 21) die de ribben dragen en de caudale wervels (figuur 21) waar er geen ribben op vastzitten (Knorr, 1975; Decostere, 2012).

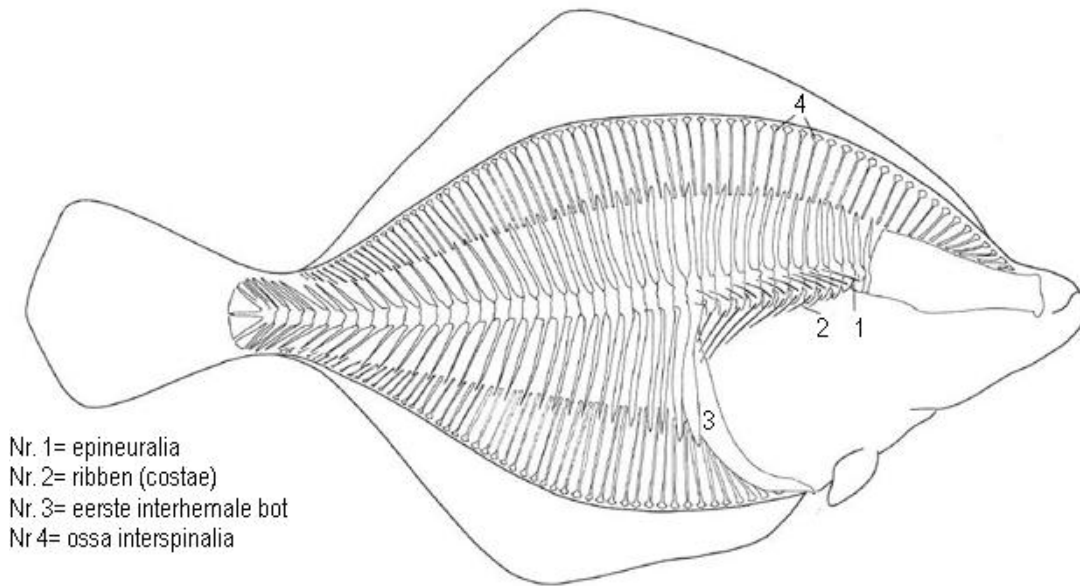


Figuur 21: Wervelkolom van de schol (naar Knorr, 1975)



Figuur 22: Dorsaal aanzicht van de wervelkolom van de schol (uit Knorr, 1975)

Op de wervelboog van de precaudale wervels sluiten de **ribben** (costae) aan vanaf de derde wervel (figuur 23, nr. 2). De schol heeft 9 tot 10 ribben (Knorr, 1975; Decostere, 2012). Voor zover wij hebben teruggevonden, is het aantal ribben bij de tong niet beschreven.



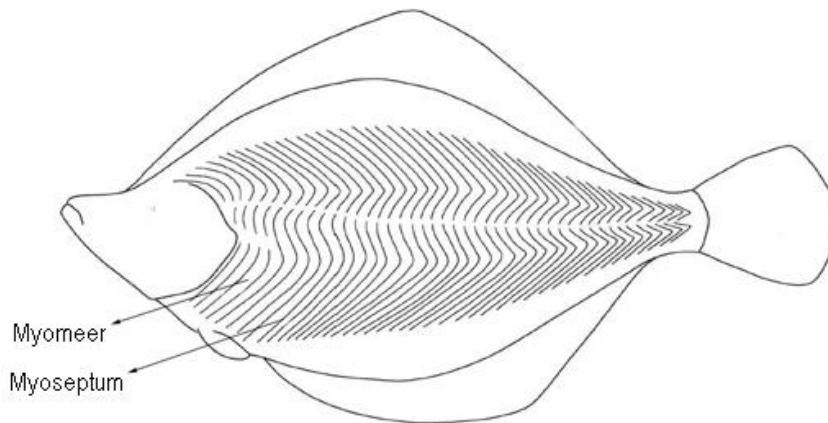
Figuur 23: Skelet van de schol (naar Knorr, 1975)

De **graten** of intermusculaire beenderen zijn kraakbenige of verbeende myosepta. Ze omvatten epineuralia (figuur 23, nr. 1) en ossa interspinalia (pterygiophora) (figuur 23, nr. 4). De epineuralia zijn gelegen in de myosepta van de epaxiale spieren. De schol heeft 11 tot 12 epineuralia. Bij de tong is het aantal van deze laatste niet beschreven. De ossa interspinalia zijn zowel dorsaal (dan noemt men ze interneuraal) als ventraal (interhemal) gelegen. Opvallend is dat het eerste interhemale bot (figuur 23, nr. 3) zeer groot is. Dit bot oefent bijgevolg een belangrijke steunfunctie uit (Knorr, 1975; Decostere, 2012).

C. Vin-ondersteunende elementen

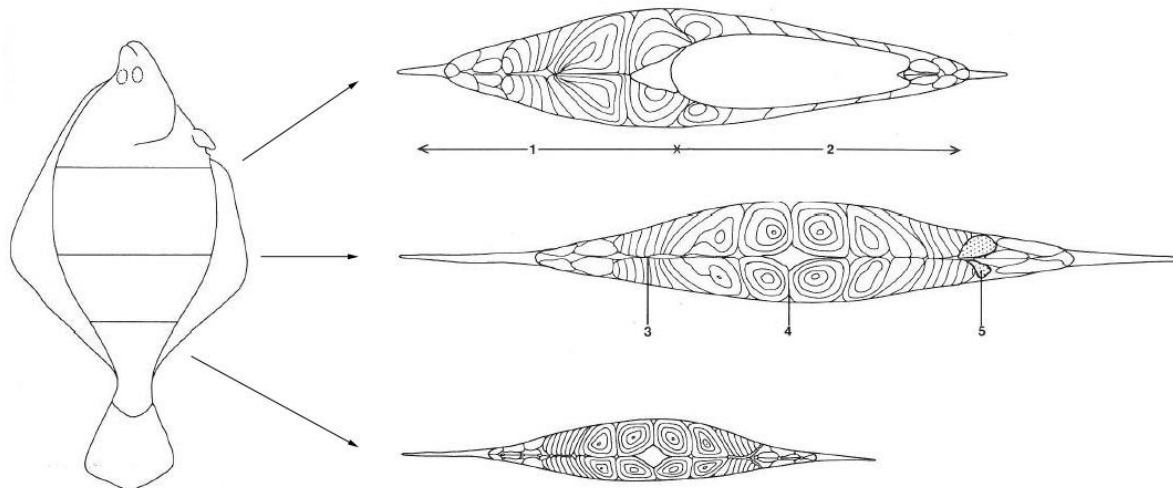
Onder vin-ondersteunende elementen verstaat men onder andere de **vinstralen**. Deze kunnen zacht of stekelig zijn (Muus et al., 1999; Decostere, 2012). De vinnen van de schol en de tong worden enkel ondersteund door zachte vinstralen. Deze zijn gesegmenteerd, gesplitst in de lengte en door een vinvlies (membraan) met elkaar verbonden (Muus et al., 1999). De rugvin van de schol bevat 65 tot 79 vinstralen, de anaalvin 48 tot 59, de rechter borstvin 9 tot 13 en ten slotte telt de buikvin er 6 tot 7. Voor de tong is geweten dat de rugvin er 75 tot 93 bevat, de anaalvin 59 tot 79, de borstvin 6 tot 10 en de buikvin 5 tot 6 vinstralen heeft (Wheeler, 1969; Bagenal, 1973; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Nijssen en De Groot, 1980; Nijssen en De Groot, 1987; Ben-Tuvia, 1990; Nijssen, 2001).

2.1.2.2. MYOLOGIE



Figuur 24: Ligging van de myomeren en de myosepta bij de schol (naar Knorr, 1975)

In de lichaams- en staartregio bevindt zich het grootste deel van de spieren. Deze zijn segmentaal gerangschikt in een reeks blokken of **myomeren** (figuur 24), die door bindweefselige **myosepta** (figuur 24 en figuur 25, nr. 3 en 4) van elkaar gescheiden zijn (Falk-Petersen, 2005; Decostere, 2012).



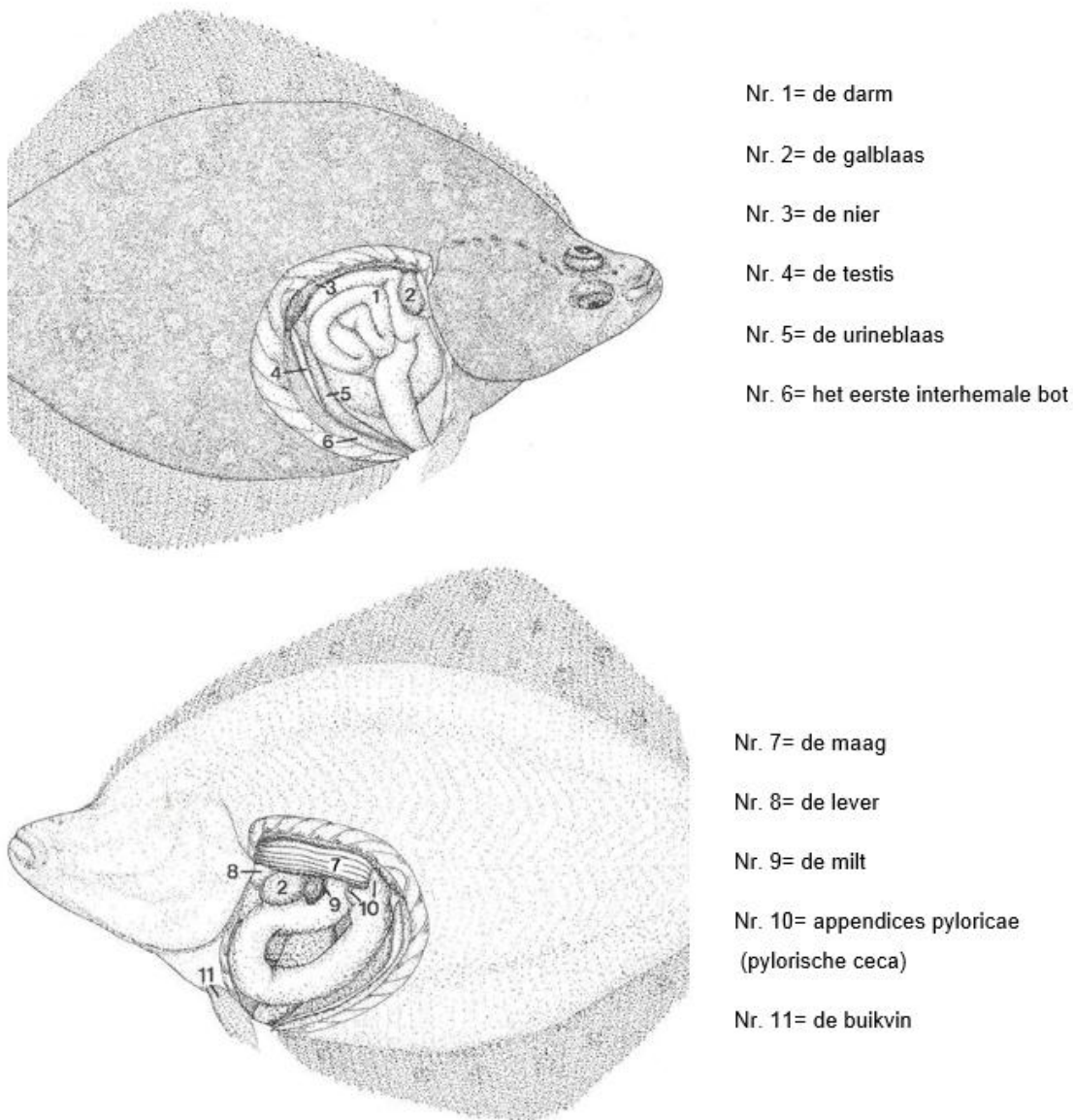
- Nr. 1= epaxiale musculatuur
- Nr. 2= hypaxiale musculatuur
- Nr. 3= dorsaal myoseptum
- Nr. 4= horizontaal myoseptum

Figuur 25: Transversale doorsneden op 3 niveaus bij de schol (naar Knorr, 1975)

De lichaamsmusculatuur van de vis wordt onderverdeeld in drie regio's: de epaxiale musculatuur (figuur 25, nr. 1), de hypaxiale musculatuur (figuur 25, nr. 2) en de musculus lateralis superficialis. Deze lichaamsmusculatuur is aan de ongepigmenteerde zijde van de vis waar te nemen. De epaxiale en hypaxiale musculatuur worden door het horizontaal myoseptum (figuur 25, nr. 4) van elkaar gescheiden; het dorsaal myoseptum (figuur 25, nr. 3) loopt tussen de epaxiale spieren (Vegetti et al., 1999; Decostere, 2012). Uit onderzoek is gebleken dat zowel de schol als de tong voornamelijk **witte skeletspieren** bezitten. Inderdaad, de totale spiermassa bestaat bij de schol uit slechts 11,4 procent rode skeletspieren; bij de tong is dit 10,9 procent (Greer-Walker en Pull, 1975).

2.1.2.3. SPIJSVERTERINGSSTELSEL

Zoals hierboven beschreven, is het typisch voor de platvis dat alle inwendige organen craniaal gelegen zijn in vergelijking met de lichaamsvorm (figuur 26). De buikholte is bijgevolg veel kleiner dan men zou verwachten wanneer men de vis uitwendig bekijkt (Bayliss, 1935; Knorr, 1975; Stoskopf, 1993; Falk-Petersen, 2005; Decostere, 2012). De bespreking die nu volgt, is zowel van toepassing op de schol als de tong aangezien de bouw en de functie van het spijsverteringsstelsel nagenoeg identiek is voor beide vissoorten. Verschilpunten zullen worden aangegeven. Hieronder is een overzicht weergegeven van het spijsverteringsstelsel van de schol.



Figuur 26: Topografie van de buikorganen van de schol (bovenaan= gepigmenteerde zijde; onderaan= ongepigmenteerde zijde) (uit Knorr, 1975).

A. Mond, mondholte en farynx

Jonge **schollen** voeden zich met kleine kreeftachtigen, larven, schaal- en weekdieren. Oudere dieren eten wormen en schelpen, zoals kokkels en mesheften (De Groot, 1971; Bagenal, 1973; Braber en de Groot, 1973a, 1973b; Holmes en Gibson, 1983; Lauwers, 1992; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009). Met hun snijtanden zijn ze in staat om de zachtere uitstekende delen van de schelpen af te bijten en met de maalkiezen in de keelholte kunnen ze de schelpen vermorzelen (Lythgoe en Lythgoe, 1976; Lauwers, 1992; Timmerman, 2003). De schol grijpt zijn voedsel vanop de bodem in een bijna horizontale stand, met de kop iets opgelicht (Lythgoe en Lythgoe, 1976; Whitehead, 1976; Holmes en Gibson, 1983). Dit is mogelijk aangezien de kaken asymmetrisch van bouw zijn: de kaken van de blinde zijde zijn langer en de tanden zijn groter ten opzichte van die van de oogzijde (De Groot, 1971). Daarnaast bevatten de kaken van de blinde zijde veel meer tanden: 18 tot 32 (bovenkaak) en 18 tot 35 (onderkaak). De oogzijde daarentegen telt in de bovenkaak slechts 0 tot 6 tanden en de onderkaak telt er 2 tot 7 (figuur 27) (Knorr, 1975).

De **tong** is een nachtjager en voedt zich met kleine bodembewonende dieren zoals wormen, week- en schaaldieren (Raveret-Wattel, 1909; De Groot, 1971; Bagenal, 1973; Braber en de Groot, 1973a, 1973b; Holmes en Gibson, 1983; Lauwers, 1992; Muus et al., 1999; Timmerman, 2003; Anonymous, 2009). Volgens Braber en De Groot (1973a, 1973b) is er geen verschil waar te nemen tussen de voedingswijze van de juvenielen enerzijds en de volwassen tong anderzijds. Met behulp van zijn tastdraden is deze platvis in staat zijn prooi op te sporen (Holmes en Gibson, 1983; Muus et al., 1999; Timmerman, 2003; Geffen et al., 2007; Decostere, 2012). Bijgevolg is een tong die door één of andere pathologie zijn ogen zou verliezen nog steeds in staat om zijn prooi te vinden. Dit is in tegenstelling tot de schol, waarbij het gezichtsvermogen van cruciaal belang is (Holmes en Gibson, 1983; Geffen et al., 2007). De kaken zijn net zoals bij de schol asymmetrisch gebouwd waardoor zij, ondanks hun passieve leven op zeebodem, in staat zijn om zich te voeden. De stand van de bek van deze platvis is onderstandig (figuur 11 en 28) (De Groot, 1971; Lauwers, 1992; Muus et al., 1999; Gibson, 2005).



Figuur 27: Bovenkaak (premaxilla) van de schol met links de kaak van de oogzijde en rechts de kaak van de blinde zijde (uit Knorr, 1975)



Figuur 28: Topografie van de bek (pijl) van de tong (naar Vakgroep Morfologie van de Faculteit Diergeneeskunde, eigen fotomateriaal, 2013)

B. Slokdarm, maag en darm

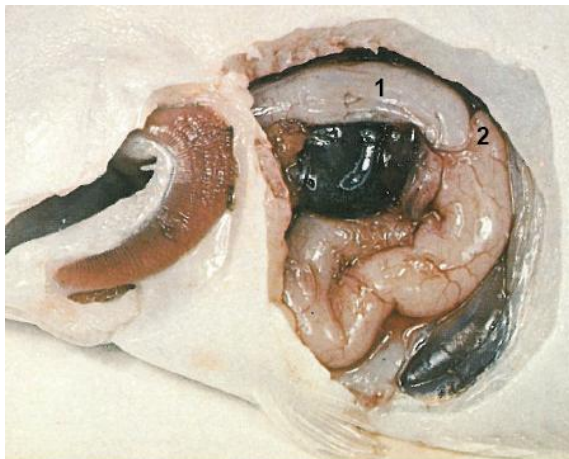
Na passage van het voedsel door de mond en de farynx komt het terecht in de slokdarm. De slokdarm is kort, recht en sluit aan op de maag (figuur 26, nr. 7; figuur 31, nr. 1 en figuur 34) (Decostere, 2012). De tong heeft een zeer smalle slokdarm en maag. Bij de schol zijn deze echter breed van vorm. De darmen (figuur 26, nr. 1 en figuur 34) kennen een complex verloop (figuur 29 en figuur 30) (De Groot, 1971). Deze complexiteit is echter nog niet te zien bij de larve die ontluikt uit het ei. Immers, het spijsverteringsstelsel wordt aangelegd als een ongedifferentieerde lange buis (Glass et al., 1989; Boulhic en Gabaudan, 1991; Vegetti et al., 1999). De maag zou volgens Glass et al. (1989) bij de tong tussen dag 80 en dag 200 in het proximale deel van het spijsverteringsstelsel als een kleine zwelling te zien zijn. Volgens Glass et al. (1989) bedraagt de lengte van het spijsverteringsstelsel van de tong ongeveer 168 procent van de totale lichaamslengte van de vis. Dit laatste wordt tevens bevestigd in een onderzoek door Braber en De Groot (1973b). Daarnaast hebben Glass et al. (1989) aangegeven dat de maag bij de tong 10 procent van de totale lengte van de gastro- intestinale tractus voor zijn rekening neemt en de darmen 72 procent.



Figuur 29: Vorm van het spijsverteringsstelsel van de schol (links= craniaal; rechts= caudaal) (naar De Groot, 1971)



Figuur 30: Verloop van het spijsverteringsstelsel bij de tong (links= craniaal; rechts= caudaal) (naar De Groot, 1971)



Figuur 31: Topografie van de maag (nr. 1) en de appendices pyloricae (nr. 2) bij aanzicht op de blinde zijde van de schol (naar Knorr, 1975)

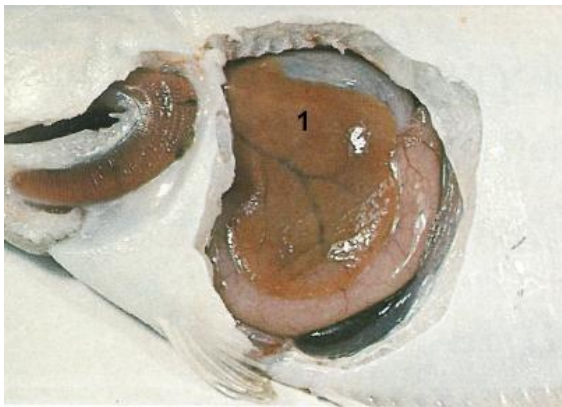
Daarnaast hebben de darmen van de schol 1 tot 2 appendices pyloricae (pylorische ceca) (figuur 26, nr. 10 en figuur 31, nr. 2). Bij de tong zijn deze laatste afwezig. De appendices pyloricae zijn blindeindigende uitstulpingen van het craniale deel van de darm en zorgen voor oppervlakte vergroting voor een goede vertering (Bayliss, 1935; De Groot, 1971; Knorr, 1975; Glass et al., 1989; Decostere, 2012). De darm mondt uit via de anus, die zich craniaal van de urogenitaalopening en de anaalvin bevindt (Decostere, 2012).

C. Pancreas

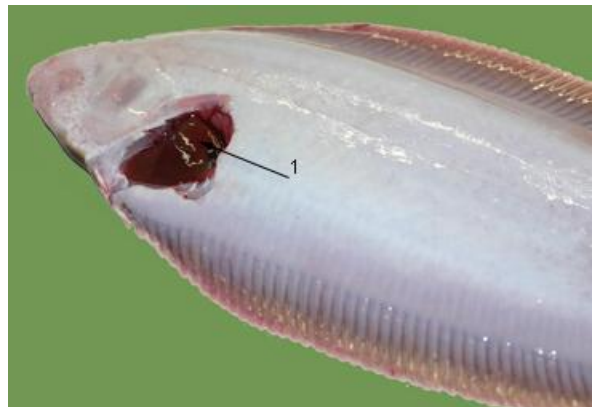
De pancreas heeft geen typische anatomische plaats in de buikholte, maar ligt eerder diffuus verspreid (Boulhic en Gabaudan, 1991; Falk-Petersen, 2005; Decostere, 2012). Volgens Cole and Johnstone (1901) kan de pancreas bij de schol teruggevonden worden tegen de wand van de bloedvaten van het mesenterium, rond de appendices pyloricae en tussen het weefsel van de lever (Bayliss, 1935).

D. Lever

De lever (figuur 26, nr. 8; figuur 32, nr. 1 en figuur 33, nr. 1) is net zoals alle andere organen craniaal in de buikholte gelegen. Hij is roodbruin gekleurd en bedekt grotendeels de andere organen gelegen in de buikholte (figuur 34). Er komt ook een galblaas (figuur 26, nr. 2) voor, waarvan de galafvoergang in de darm uitmondt (Bayliss, 1935; Knorr, 1975; Boulhic en Gabaudan, 1991; Stoskopf, 1993; Falk-Petersen, 2005; Decostere, 2012).



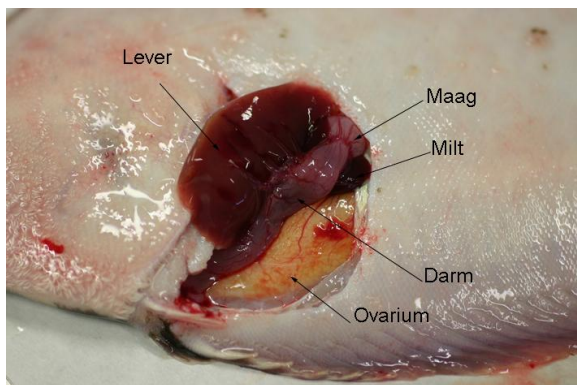
Figuur 32: Topografie van de lever (nr. 1) bij aanzicht op de blinde zijde van de schol (naar Knorr, 1975)



Figuur 33: Topografie van de lever (nr. 1) bij aanzicht op de blinde zijde van de tong (naar Decostere, 2012)

E. Milt

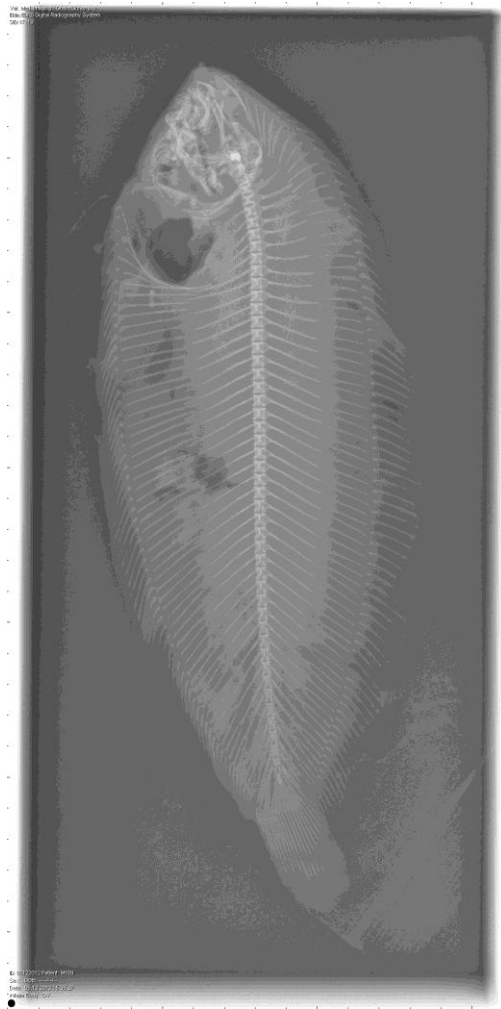
De milt is donkerrood van kleur en is pas zichtbaar na het naar craniaal omklappen van de lever (figuur 26, nr. 9 en figuur 34). Naast de milt zijn ook de darm, de maag en het ovarium zichtbaar bij het omklappen van de lever (figuur 34) (Decostere, 2012).



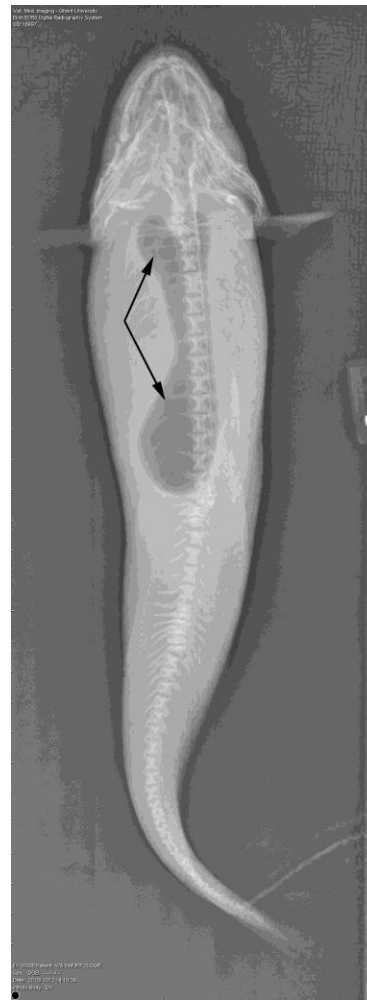
Figuur 34: Topografie van de milt en andere buikorganen na het naar craniaal omklappen van de lever bij de tong (naar Decostere, 2012)

F. Zwemblaas

Aangezien platvissen bodembewonende vissen zijn, hebben deze geen zwemblaas nodig. Deze laatste is dan ook afwezig (figuur 35). Dit is in tegenstelling tot de fusiforme vissen waaronder de zoetwaterkabeljauw (*Lota lota*) (figuur 36) (Anonymous, xxxx; Stoskopf, 1993; Muus et al., 1999; Decostere, 2012). Merk op dat de lichaamsvorm van de larvale stadia fusiform is waardoor er hier wel een ontwikkeling van de zwemblaas plaatsvindt. In het volwassen stadium is de zwemblaas reeds geregresseerd (Anonymous, xxxx; Boulhic en Gabaudan, 1991; Stoskopf, 1993; Christensen en Korsgaard, 1999; Muus et al., 1999; Falk-Petersen, 2005).



Figuur 35: Li-Re laterale RX-opname van de tong: er is geen zwemblaas aanwezig (foto genomen door de Vakgroep Medische Beeldvorming, Faculteit Diergeneeskunde, 2012)



Figuur 36: Dorso-ventrale RX-opname van een zoetwaterkabeljauw (*Lota lota*): er is wel een zwemblaas (pijl) aanwezig (foto genomen door de Vakgroep Medische Beeldvorming, Faculteit Diergeneeskunde, 2012)

2.1.2.4.ADEMHALINGSSTELSEL



Zowel de tong als de schol bezitten kieuwen. Deze zijn opgebouwd uit beiderzijds 4 kieuwbogen (figuur 37) (Decostere, 2012). Over het aantal en de lengte van de kieuwlamellen en filamenten hebben wij geen literatuurgegevens teruggevonden. De kieuwbogen worden, net zoals bij andere beenvissen, bedekt door een kieuwdeksel of operculum (Knorr, 1975; Lythgoe en Lythgoe, 1976; Muus et al., 1999; Anonymous, 2009; Decostere, 2012).

Figuur 37: Topografie van de kieuwbogen (pijl) bij de tong na verwijderen van het operculum (naar Vakgroep Morfologie van de Faculteit Diergeneeskunde, eigen fotomateriaal, 2013)

2.1.2.5. URINAIRSTELSEL

De nieren zijn donkerrood tot bruin van kleur (figuur 38) (Decostere, 2012). In de meeste platvissen is de nier een oneven en symmetrisch orgaan gelegen in het dorsale gedeelte van de buikholte tussen de ventrale zijde van de wervelkolom en het peritoneum (figuur 26, nr. 3 en figuur 38). Een uitzondering op deze regel is de tong. Immers, volgens Kobelkowsky (2000) is de nier van de tong een asymmetrisch orgaan, waarbij het linker caudale gedeelte van dit orgaan veel beter ontwikkeld is in vergelijking met de rest van de nier (Chanet et al., 2005). Daarnaast is op te merken dat het peritoneum van de gepigmenteerde zijde donker is en die van de ongepigmenteerde zijde licht van kleur is (figuur 39) (Knorr, 1975).



Figuur 38: De dorsaal in de buikholte gelegen nier (pijl) na verwijderen van de maag, de darm en de lever bij de tong (naar Decostere, 2012)



Figuur 39: Peritoneum van de oogzijde (nr. 1) en de blinde zijde (nr. 2) van de schol (uit Knorr, 1975)

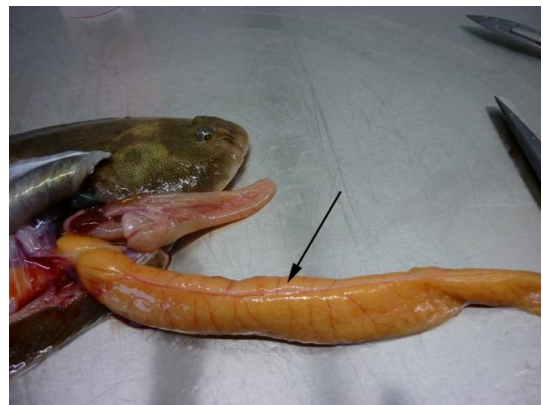
De ureters vertrekken van de nier en komen toe in de urineblaas. De urineblaas is enkelvoudig (figuur 26, nr. 5 en figuur 44, nr. 2) (Knorr, 1975; Decostere, 2012).

2.1.2.6. VROUWELIJK GESLACHTSSTELSEL

De ovaria van de schol (figuur 40, nr. 1 en 2) en de tong (figuur 34) zijn driehoekig van vorm. De basis van deze driehoek hangt vast aan het eerste interhemale bot (figuur 40, nr. 3); de rest van het ovarium is gelegen tussen de spieren buiten de buikholte. De grootte van het ovarium is sterk afhankelijk van de graad van maturiteit van de vis. Bij immature vissen zijn de ovaria klein (figuur 40, nr. 1 en 2). Met toenemende maturiteit worden de ovaria steeds groter (figuur 41) en schuiven ze alsmaar meer op naar caudaal in de staartspieren (figuur 42) (Knorr, 1975).

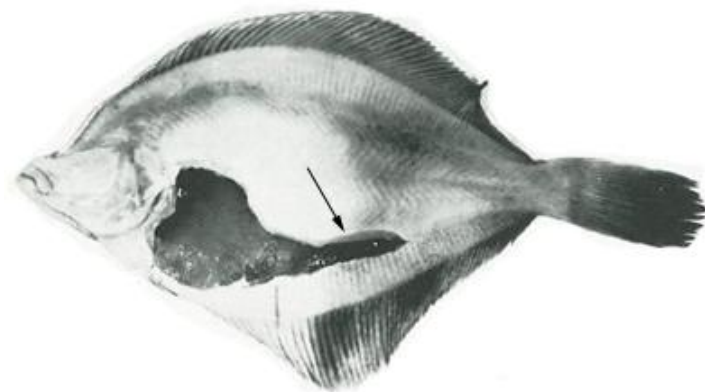


Figuur 40: Topografie en morfologie van het linker (nr. 1) en rechter (nr. 2) ovarium van een immature vrouwelijke schol (nr. 3= eerste interhemale bot) (uit Knorr, 1975)

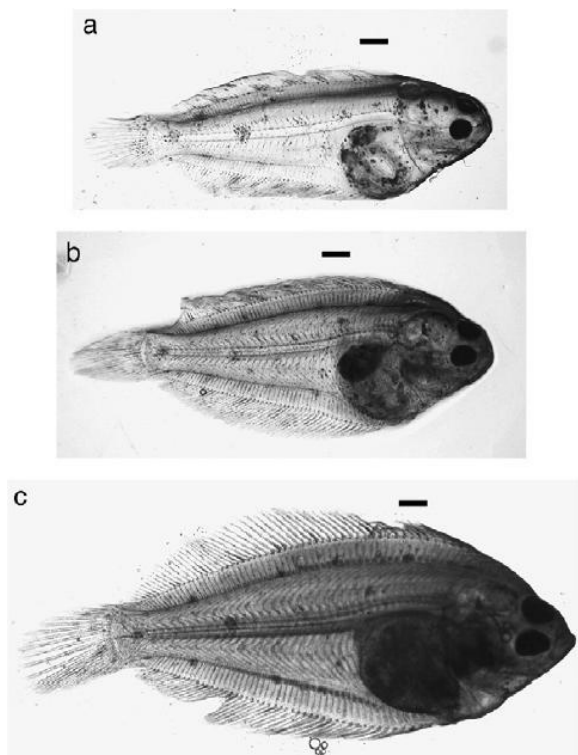


Figuur 41: Ovarium (pijl) van de mature tong (naar Decostere, 2012)

Als de ovaria verwijderd worden, blijft er een zakvormige uitstulping in de staartspieren zichtbaar (figuur 42). De ovaria zijn geeloranje tot bruin van kleur (Knorr, 1975; Decostere, 2012).



Figuur 42: Naar caudaal uitgebreide zakvormige uitstulping (pijl) in de staartspieren bij een mature vrouwelijke schol (naar Knorr, 1975)

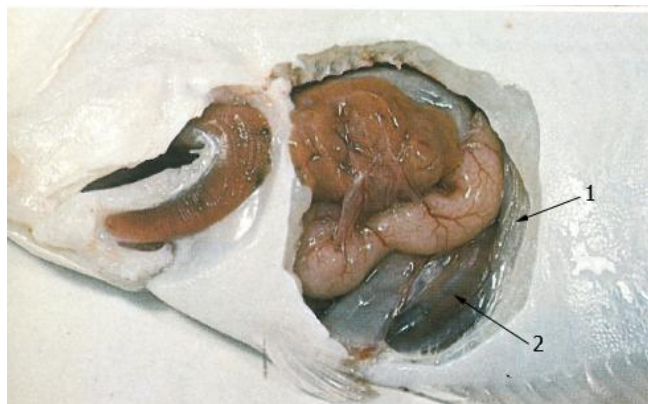


Figuur 43: Metamorfose van de schol: (a) larve voor de metamorfose, (b) larve tijdens de metamorfose en (c) jong volwassen platvis op het einde van de metamorfose (bar= 1 millimeter) (uit Geffen et al., 2007)

Het vrouwtje van de schol legt tussen de 50.000 en 500.000 eieren; het vrouwtje van de tong legt er ongeveer 100.000 tot 150.000. De diameter van de eieren is respectievelijk 1,6 millimeter bij de schol en 3 tot 4 millimeter bij de tong. De eieren zijn transparant en drijven in de bovenste waterlagen tot op het moment dat de larven na ongeveer 3 weken uitkomen. Dit laatste kent een temperatuursafhankelijk verloop. Deze larven zijn pelagisch (vrijzwemmend) (figuur 43, a) en gaan na 1 tot 2 maand een metamorfose ondergaan tot bodembewonende platvis (figuur 43, c) (Nichols, 1971; Nichols, 1976; Gibson, 1997; Muus et al., 1999; Geffen et al., 2007). Voor uitleg over de metamorfose wordt de lezer verwezen naar het begin van deze literatuurstudie. Daarnaast weet men dat de mannetjes geslachtsrijp zijn in hun derde levensjaar, de vrouwtjes bereiken pas de geslachtsrijpe leeftijd in hun vierde of vijfde levensjaar (Lauwers, 1992; Muus et al., 1999).

2.1.2.7. MANNELIJK GESLACHTSSTELSEL

De testes (figuur 26, nr. 4 en figuur 44, nr. 1) van de schol zijn klein en zijn gelokaliseerd aan beide zijden van het eerste interhemale bot (figuur 26, nr. 6) (Knorr, 1975). Daarnaast zijn zij meestal wit van kleur (Decostere, 2012).



Figuur 44: Topografie van de testes (nr. 1) en de urineblaas (nr. 2) bij de schol (naar Knorr, 1975)

BESPREKING

Bij aanvang van deze literatuurstudie werd reeds kort in de inleiding vermeld dat er nog heel wat informatie ontbreekt wat betreft de morfologie van de platvis. Meer bepaald is er voornamelijk een tekort aan literatuurgegevens over de inwendige anatomie van deze vis. Niettegenstaande het feit dat talrijke bronnen geraadpleegd werden, is een samenvattend werk met een gedetailleerde beschrijving over de inwendige morfologie van beide species niet teruggevonden. Bij de schol is er wel een interessant boek beschikbaar met veel illustraties van Knorr et al. van 1975, maar de tekst is evenwel zeer beperkt. Tot nu toe hebben wij in de beschikbare literatuur geen informatie teruggevonden over ondermeer het aantal ribben en epineuralia bij de tong, het aantal vinstralen van de linker borstvin van de schol, de tandformule van de tong, de lobulatie van de lever, het aantal en de lengte van de kieuwlamellen en filamenten en ten slotte over de anatomie en topografie van de ureters en de testes van de tong. Daarnaast ontbreekt er in het algemeen een grondige beschrijving van de anatomie en topografie van alle inwendig gelegen organen. Er is bijgevolg nood aan degelijk onderzoek en een gedetailleerde beschrijving van de inwendige anatomie van de platvis. Het zou bijgevolg interessant zijn als er in de toekomst een overzicht zou geschreven worden over zowel de in- als uitwendige morfologie van de platvis mogelijks aangevuld met gegevens uit bijkomend eigen onderzoek. Dergelijk overzicht zou bijzonder nuttig zijn voor iedereen die begaan is met deze vissoorten en de nodige kennis wil verwerven omtrent de normale morfologie teneinde abnormaliteiten te kunnen opsporen en in kaart brengen.

REFERENTIELIJST

Amara R., Lagardere F., Desaunay Y., Marchand J. (1999). Metamorphosis and estuarine colonization in the common sole, *Solea solea* (L.): implications for recruitment regulation. *Oceanologica acta* 23, 496-484.

Anonymous (xxxx). Wonderen onder de waterspiegel: Deel 8 Vissen. Geheimen der dierenwereld. Lekturma, Rotterdam, p. 18-43.

Anonymous (2009). De Nederlandse zeevissen. *Veldgids*. Sportvisserij Nederland, Bilthoven, p. 12-29 en p. 136-187.

Bagenal T.B. (1973). Identification of British fishes. Hulton Group Keys. Hulton Educational Publications, Amersham, p. 166-172.

Bailly, N. (2013a). *Pleuronectes platessa* Linnaeus, 1758. In: Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2013) FishBase. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=127143> on 2013-05-10.

Bailly, N. (2013b). *Solea solea* (Linnaeus, 1758). In: Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2013) FishBase. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=127160> on 2013-05-10.

Bayliss L.E. (1935). Digestion in the Plaice (*Pleuronectes platessa*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (New Series)* 20, 73-91.

Ben-Tuvia A. (1990). A taxonomic reappraisal of the Atlanto- Mediterranean soles *Solea solea*, *S. senegalensis* and *S. lascaris*. *Journal of Fish Biology* 36, 947-960.

Boulhic M., Gabaudan J. (1991). Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the Dover sole, *Solea solea* (Linnaeus 1758). *Aquaculture* 102, 373-396.

Braber L., De Groot S.J. (1973a). On the morphology of the alimentary tract of flatfishes (Pleuronectiformes). *Journal of fish biology* 5, 147-153.

Braber L., De Groot S.J. (1973b). The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the Southern North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 6 (1-2), 163-172.

Brewster B. (1987). Eye migration and cranial development during flatfish metamorphosis: a reappraisal (Teleostei: Pleuronectiformes). *Journal of fish biology* 31, 805-833.

Burgess W.E., Axelrod H.R. (1973). Fishes of southern Japan and the Ryukyus. Pacific marine fishes book 1. 2nd edition. T.F.H. Publications, Hong Kong, p. 262-263.

Burgess W.E., Axelrod H.R. (1974). Fishes of Taiwan and adjacent waters. Pacific marine fishes book 4. T.F.H. Publications, Hong Kong, p. 1099.

Burton D. (2010). Flatfish (Pleuronectiformes) chromatic biology. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 20, 31-46.

- Chambers R.C., Leggett W.C. (1992). Possible causes and consequences of variation in age and size at metamorphosis in flatfishes (Pleuronectiformes): an analysis at the individual, population, and species levels. *Netherlands Journal of Sea Research* 29 (1-3), 7-24.
- Chanet B., Betti E., Desoutter M., Guintard C., Grondin G. (2005). The Anatomy of the Kidney of the Soleidae (Teleostei: Pleuronectiformes): the Importance of Plastination and Interest for the Phylogeny of Flatfishes. *Anatomia, histologia, embryologia* 34, p. 11.
- Christensen M.N., Korsgaard B. (1999). Protein metabolism, growth and pigmentation patterns during metamorphosis of plaice (*Pleuronectes platessa*) larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 237, 225-241.
- Decostere A. (2012). Anatomie van de bijzondere dieren: Vissen. Cursus Eerste Bachelor Faculteit Diergeneeskunde, Gent, p. 59-81.
- De Groot S.J. (1971). On the interrelationships between morphology of the alimentary tract, food and feeding behavior in flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes). *Netherlands Journal of Sea Research* 5 (2), 121-196.
- De Veen J.F. (1978). On selective tidal transport in the migration of North Sea Plaice (*Pleuronectes platessa*) and other flatfish species. *Netherlands Journal of Sea Research* 12 (2), 115-147.
- Falk-Petersen I.B. (2005). Comparative organ differentiation during early life stages of marine fish. *Fish & Shellfish Immunology* 19, 397-412.
- Forest A. (1975). Le ceteau dicologoglossa cuneata (Moreau) sa biologie et sa peche dans le sud de golfe de gascogne. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 39, 5-62.
- Friedman M. (2008). The evolutionary origin of flatfish asymmetry. *Nature* 454, 209-212.
- Geffen A.J., van der Veer H.W., Nash R.D.M (2007). The cost of metamorphosis in flatfishes. *Journal of Sea Research* 58, 35-45.
- Gibson R.N. (1997). Behaviour and the distribution of flatfishes. *Journal of Sea Research* 37, 241-256.
- Gibson R.N. (2005). Flatfishes: biology and exploitation. Fish and Aquatic Resources Series 9. Blackwell Publishing, Oxford, p. 10-15 en p. 213-225.
- Glass H.J., MacDonald N.L., Moran R.M., Stark J.R. (1989). Digestion of protein in different marine species. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 94, 1-5.
- Godin J.-G. J. (1997). Behavioural Ecology of Teleost Fishes. Oxford University Press, Oxford, p. 166-167.
- Greer-Walker M., Pull G.A. (1975). A survey of red and white muscle in marine fish. *Journal of Fish Biology* 7, 295-300.
- Holmes R.A., Gibson R.N. (1983). A comparison of predatory behavior in flatfish. *Animal behavior* 31, 1244-1255.

Knorr G. (1975). Atlas zur Anatomie und Morphologie der Nutzfische für den praktischen Gebrauch in Wissenschaft und Wirtschaft, 2. Pleuronectes platessa Linnaeus, 1758= Scholle, Plaice. Paul Parey, Hamburg, p. 1-15.

Lauwers J. (1992). De Noordzeevissen. Natuur en Wetenschap Weste-Vlaanderen, Oostende, p. 57-67.

Lythgoe J., Lythgoe G. (1976). Vissen van de Europese kustwateren en de Middellandse Zee. Moussault, Baarn, p. 11-21 en p. 164- 317.

Marshall T.C. (1964). Fishes of the Great Barrier Reef and coastal waters of Queensland. Angus and Robertson, Sydney, p. 449-517.

Muus B.J., Nielsen J.G., Dahlstrøm P., Nyström B.O. (1999). Zeevissen van Noord- en West-Europa. Schuyt & Co, Haarlem, p. 7-32 en p. 73- 302.

Nelson J.S. (1976). Fishes of the world. John Wiley & sons, New York, p. 295-300.

Nichols J.H. (1971). Pleuronectidae. Fiches d'identification des oeufs et larves de poissons 4-6, 1-18.

Nichols J.H. (1976). Soleidae of the Eastern North Atlantic. Fiches d'identification du zooplankton 150/151, 1-10.

Nijssen H. (2001). Veldgids Zeevissen. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV), Utrecht, p. 160-168.

Nijssen H., De Groot S.J. (1980). Zeevissen van de Nederlandse kust. Wetenschappelijke mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging 143 p. 1-23 en p. 94-100.

Nijssen H., De Groot S.J. (1987). De vissen van Nederland: systematische indeling, historisch overzicht, het ontstaan van de viskweek, uitheemse vissoorten, determineersleutels, beschrijvingen, afbeeldingen, literatuur, van alle in Nederlandse wateren voor komende zee- en zoetwatervissoorten. Natuurhistorische Bibliotheek van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV) 43, p. 1-19 en p. 184-193.

Rappé G., Eneman E. (1988). De zeevissen van België. Strandwerkgroep België, Oostende, p. 16-71.

Raveret-Wattel C. (1909). Atlas de poche des poissons de mer de la France et de la Belgique avec leur description, mœurs et organisation, suivi d'un appendice sur les Cétacés. *Bibliothèque de Poche du Naturaliste, XVII*. Librairie des Sciences Naturelles Paul Klincksieck, Paris, p. 63-64.

Saele Ø., Smáradóttir H., Pittman K. (2006). Twisted Story of Eye Migration in Flatfish. Journal of morphology 267, p. 730-738.

Schreiber A.M. (2001). Metamorphosis and early larval development of the flatfishes (Pleuronectiformes): an osmoregulatory perspective. Comparative Biochemistry and Physiology Part B 129, 587-595.

Schreiber A.M. (2006). Asymmetric craniofacial remodeling and lateralized behavior in larval flatfish. The Journal of Experimental Biology 209, p. 610-621.

Stoskopf M. K. (1993). Fish medicine. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, p. 1-25 en p. 669-670.

Timmerman K. (2003). Vissen uit de Noordzee. Fauna en flora van de Noordzee 1. Milieucel Vlaamse Vereniging van Hengelsport Verbonden (V.V.H.V.), België, p. 1-32.

Veggetti A., Rowlerson A., Radaelli G., Arrighi S., Domeneghini C. (1999). Post-hatching development of the gut and lateral muscle in the sole. *Journal of Fish Biology* 55, 44-65.

Webb J.F. (1993). The accessory nasal sacs of flatfishes: Systematic significance and functional implications. *Bulletin of marine science* 52, 541-553.

Wheeler A. (1969). The fishes of the British Isles and North- West Europe. Macmillan, London, p. 532- 555.

Whitehead P. (1976). Hoe dieren leven: vissen. Elsevier, Amsterdam, p. 1-78.